特集2 第2章

もの作りの心構えとボード設計の実際
――UNIXサーバのプリント基板設計を例に

井上愛一郎，間嶋 栄

ここでは，ボード設計の世界へ入ろうとしているフレッシャーズのみなさんへ向けた先輩エンジニアからのメッセージを紹介する．まず，設計対象にかかわらず共通する，もの作りを行う設計者としての心構えを示す．次に，UNIXサーバのメイン・ボードの設計を例に，ボード設計の際に考慮すべき事項の一例を解説する．（編集部）

1 もの作りの心構え

井上愛一郎

新人として設計部門に配属されたら，まず最初は，言われたことを確実にやれるように努力することがたいせつです．最初に与えられることは簡単かもしれませんが，それをきちんとやることはすべての基本となります．

次に，自分に与えられたしごとが何なのかをよく考えてください．担当するのは全体の中ではわずかな部分かもしれません．しかし，それがきちんと機能して，はじめて全体が成り立つのです．

さらに自分が担当する回路の周りには，それと関係する多くの回路があるはずで，そこには，直接担当するわけではなくても，学ぶべき素材がたくさんあるはずです．

最後に，設計者になるということは，「自分に何ができるのか」，「自分は何をやりたいのか」を考えることでもあります．このことを忘れないでください．はじめは，ただ懸命に目の前のしごとに取り組むだけかもしれません．しかし，長い間には自分の目ざすものが見つかるはずです．

● 努力の先に幸せが待っている

新人のうちは，見るもの聞くものすべてが新鮮です．容赦なく降ってくるしごとをこなすだけでも，たいへん充実した日々が過ごせると思います．

しごとに少し慣れてきて，ある程度しごとを任されるようになると，その結果として実績が上がります．しかし，そのわずかな実績がじゃまをして，自分がやっていることに疑問を持たなくなってきたら要注意です．一生自分の未熟さに気がつかないかもしれません．

未熟な新人が作った稚拙なものから抜け切れていなくても，あるいは先人の作ったものを形だけまねただけでも，設計しているように見えてしまいます．そして，でき上がったものはひととおり予定した機能を実現しているかもしれません．中堅になりチームに後輩が増えてきたとき，物知り顔で未熟なまま指南役を務めることになるかもしれません．そのまま“実績”を重ねながらベテランになり，チームを率いたとき，ほんとうに価値のあるものを生み出せるのでしょうか．

たとえ日々のしごとが戦場のように忙しくても，つねに以前作ったものよりも良いものを作る努力を怠らないことです．そのためには謙虚さを失わず，先人たちの残したものに秘められた考えかたを学び，どうあるべきかをつねに考え，どんな簡単なことにも手を抜かず，きちんとしあげ

KeyWord　サーバ，設計生産性，システム構造設計，冷却，配置・配線，等長配線，論理設計，物理設計，論理シミュレーション，物理シミュレーション，設計ルール

2

ていくことがたいせつです．設計者である限りは「一生勉強だ」と思って取り組む覚悟を持ってください．

こう言うと，設計者になるのはとても苦しいことのように思われるかもしれません．しかし，おそらく多くの設計者たちは，そのように感じていません．設計というのは，だれにもまねのできないものを生み出す創造行為だからです．

自分の作った回路が自分の手を離れて世の中で使われていることを想像してみてください．場合によっては，何世代にもわたって，後輩たちが範としてたいせつに守り続けてくれるかもしれません．また，それがもとになって，後輩たちによって新たな価値が生み出されるかもしれません．そういう「エンジニアでなければ味わえない多くの幸福」が待っているのです．

● 競争力のある製品を作るために創造を続ける

ツールは，設計という創造行為を，「操作する」という作業行為にしてしまう危険を持っています．

ツールを操作する作業なら，エンジニアでなくてもできます．世界中のだれもが入手できるツールで作った製品に市場競争力があるわけがありません．人件費の高い日本がツールに頼って設計していては，世界と戦うことはできません．ツールを使うのは人です．そして人はそれぞれ違います．同じ人間でも，やる気しだいで生産性が大きく変わってきます．

設計生産性というのは，価値の生産性を意味します．単にものができれば生産性が高いということではありません．ものができるのは当然で，価値を高めることがたいせつです．

自分が設計する製品の価値とは何でしょうか．このことを追求してこそ，高い設計生産性が生まれます．設計者はそのために努力や労力を惜しんではなりません．

労力の確保のため，たくさんの人を配置するしごともあります．しかし設計の世界では，人が多ければよいというわけではありません．

大きなプロジェクトでは，多くの人が設計に参加する必要があります．このようなとき，設計者を階層化して配置し，上から下へ情報が流れるようになると，一見効率が良く，工程が整然と進んでいるように見えます．人員の増強という面でも融通が利きやすいものです．しかしこのような場合，上位にいるわずかな人たちは頭を使っているとしても，その指示で動く数多くの人たちは，ほとんど何も考えずに作業をこなしているだけ，ということが少なくありません．また，この状態が長く続くと，上位にいるはずの人たちもまた，でき上がる回路がどうなるのかを考えることがなくなってきます．いつのまにか，仕様書を書いて，ただ自分の持ち分をこなすだけの作業に陥りかねません．このような状況では，組織としての力は低下し，競争力のある良い製品を開発できません．課題がチャレンジングなものである場合，設計完了に至らずに挫折してしまうことすらあります．

設計にとって工程を守ることは絶対です．そしていつも厳しいものです．しかし，人員が足りないと，手っ取り早くものを作り上げられるやりかたに飛びつきやすくなります．

短期的には，それも一つの手かもしれません．しかし，価値の高い製品を継続して生み出すことはできません．一見回り道に見えるかもしれませんが，設計にかかわるすべての人たちの知恵を結集できるようなやりかたを探しましょう．この探すことそのものも，創造的な活動だと思います．高い価値を生み出しながら，その次にはさらに高い価値を生み出せる組織にしていきましょう，そのような途切れないスパイラルをまわして，次々とより高い価値を生み出し続けていくことこそ，生産性を考慮した設計の真骨頂といえます．

● 設計アーティストを目ざそう

半導体設計やボード設計などは，アート（art）の要素が強いものです．同じ機能を満たすにも，どれだけスマートな設計ができるかがつねに問題になります．

半導体製品は，いったん設計データができ上がると，チップ面積で価格が決まる場合がほとんどです．同じ機能なら消費電力が低いほうが価値は高くなります．それは電源，熱，それに伴う構造というように，システム全体に影響を与えるためです．

ボード設計も同じです．数多くの条件を最適化して，自分の“art”として飾っておきたくなるボードを設計してください．

2 UNIXサーバのプリント基板設計

間嶋 栄

サーバ開発におけるボード設計は，CPUを始めとする半導体デバイスの進歩によって，より高い技術が必要とされてきています(**表1**)．ここでは，CPUが搭載されるシステム・ボード(**写真1**)を例に，ボード設計の流れを紹介します．

1 システム仕様設計からボード設計へのブレークダウン

すべての製品に共通することですが，新製品を開発する際には，企画段階の検討を十分に行う必要があります．サーバ機開発の場合，ハードウェア，ファームウェア，ソフトウェア，アーキテクチャ，フィールド・サポート，研究・開発などの各部門からメンバを選抜し，市場動向や技術の動向，他社の動向，顧客の要望などについて分析と議論を行い，製品の開発方針を決定します．

次に，開発方針をベースに製品のシステム仕様を具体化していきます．ボード設計者も検討の初期段階から参加し，システム仕様を実現するためのボード構成を動作仕様，コスト，開発期間，使用部品，実装/冷却条件，信頼度などを考慮して決定します．この作業を「システム構造設計」と呼

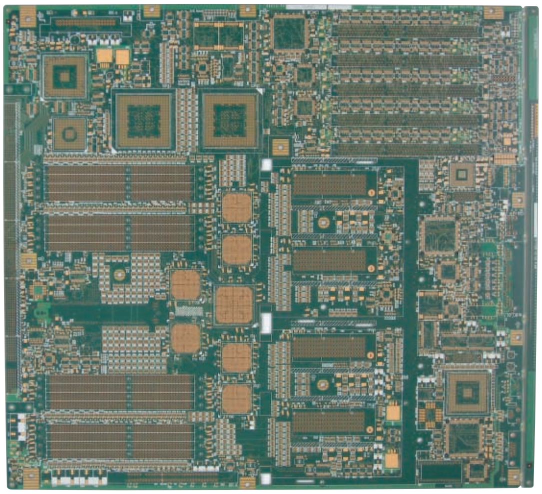
表1 パソコンとサーバのおもな違い

	パソコン	サーバ
性能のチューニング	グラフィックスなどのGUIを重視する	データベースなどのトランザクション処理を重視する
処理の種類	一つのプログラムを実行して高速に処理できる	多くのプログラムを並行に実行して高速に処理できる
システム・バス	小さい構成のバスを，少ない部品で実現し，高いクロックで接続する	多くの部品を安定的に動作させられるように高速に接続する
拡張インターフェース	いろいろな種類の拡張インターフェースを少量ずつ持つ	拡張スロットをたくさん持ち，PCIホットプラグなど，システムを停止させずに保守するための機能を持つ
部品故障時の動作	システム停止，修理が完了するまで使用不可	一部の部品が壊れても，システムが止まらない機能がある．修理用の部品が顧客近くの修理拠点にあり，短期間で修理できる
信頼性機能	とくになし	電源，ファン，ネットワークなどの冗長構成が可能．部品の故障監視機能がある．万一システムが止まっても，壊れた部品を取り除けば稼働する

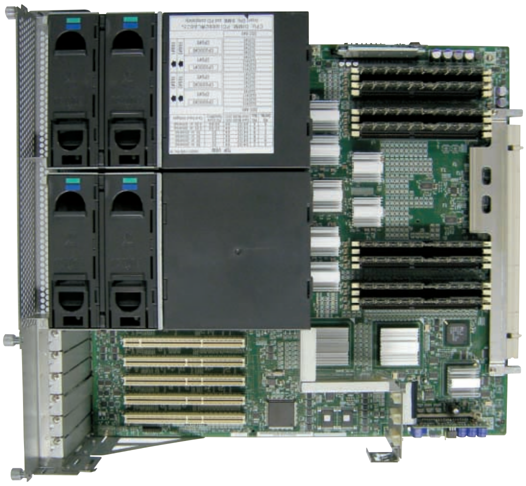
(**a**) 製品の違い

	パソコン	サーバ
部品点数	少ない	多い
CPUスロット	1～2個	4～8個
メモリ・スロット	1～4個	8～32個
拡張スロット	2～3個	5～8個
ボードの層数	6～8層	10～30層

(**b**) ボード1枚当たりの部品点数の差



(**a**) 部品実装前



(**b**) 部品実装後

写真1 サーバのシステム・ボード

写真は，富士通のUNIXサーバ「PRIME POWER」のシステム・ボードである．

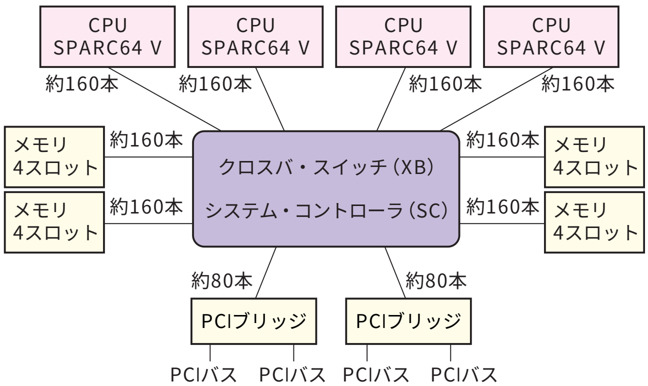


図1　システム・バスの接続

システム・コントローラとクロスバ・スイッチの部分がメモリやCPU，PCIブリッジの接続を切り替える交換機の役割を果たす．

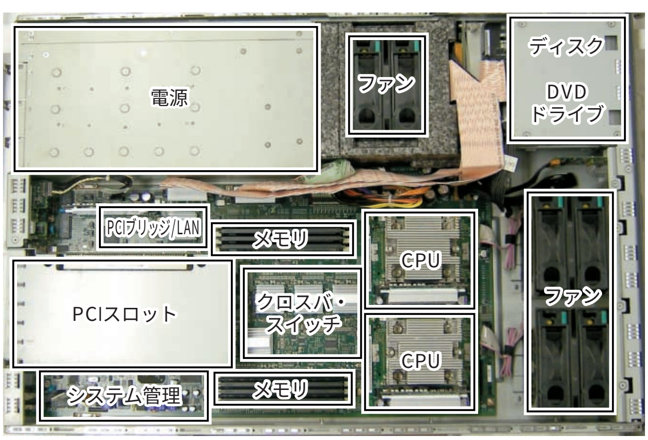
んでいます（下掲のコラム「ボード設計と構造設計」を参照）．

今回例としたサーバの場合，1枚のシステム・ボード上にCPUからI/Oのインターフェースまでを搭載しています．システムLSI（システム・コントローラ，クロスバ・スイッチ）がCPU，メモリ，PCIブリッジの間を接続しています（図1）．システム構造設計では，部品間の高速伝送を実現し，ユーザが直接使用するI/Oコネクタの使い勝手を考慮し，ボードの大きさや層数を目標コスト内に抑え，十分な電力を供給し，CPUなどの冷却条件も満足するといった複雑な制約下での検討が必要となります．LSI，伝送，冷却，電源，実装構造の各担当者と議論を繰り返し，最適

column 1　ボード設計と構造設計

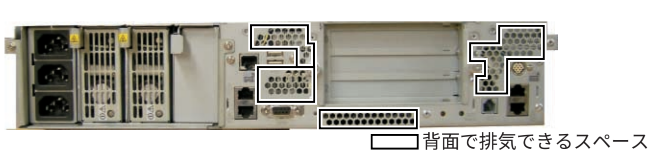
小型サーバ製品は熱を筐体から逃がすためのくふうがとてもたいせつです．CPU性能が上がることで発熱は増えています．メモリもたくさん搭載できるようになっていますが，筐体は小型化が求められ，装置内は部品がギッシリと詰まっています（写真A-1）．

このクラスのサーバですと，装置背面に外部インターフェース用コネクタを確保すると，筐体の熱を逃がせるスペースはとても限られます（写真A-2）．こうなってくると，「冷却は構造設計者の課題」と考えていては製品が完成しません．



写真A-1　小型サーバの部品配置

狭い空間に搭載するため，ぎりぎりまで詰めて部品を搭載している．

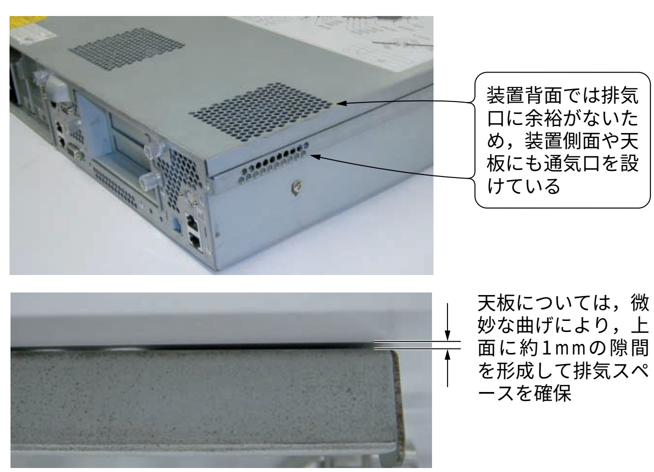


写真A-2　小型サーバの排気口

電源や外部インターフェース用コネクタを実装すると，背面には排気口をほとんど設けることができない．排気を考えたボード設計が求められる．

ボード設計者も，外部インターフェース用コネクタの種類や配置をくふうすることにより，装置背面の熱を排気できる面積を大きくする手助けをしなくてはなりません．写真A-3のようにいろいろくふうして，排気口を確保しています．

中規模以上のサーバは排気口の面では多少の余裕がありますが，冷却ファンをどこに置くかが問題となります．小型サーバでは，装置上面にファン交換用のカバーを付けており，サーバをラック内で引き出すことで，ファンを交換できます（写真A-4）．しかし，中規模以上のサーバになると，複数のシステム・ボードを装置内に組み込む形になるため，ボード上に冷却ファンを配置すると，サーバを止めないかぎりファンを交換できません．そこで，システム・ボードの外に冗長構成で複数のファンを設置し，システムを動かしたまま交換できるようにします（図A-1）．ボード設計では，外部のファンから供給される冷却風を全体に効率良く通すよう部品の配置を考える必要があります（写真A-5）．



写真A-3　小型サーバの排気口の確保

背面に余裕がないため，天板や側面に排気口を設けている．

化案を作り上げていきます．

2 ボード設計段階

システム構造検討の段階で，構造設計も考慮して主要部品と配置案が決まります（図2）．各ボードの設計者は詳細部品も含めた実回路の検討を行った後，実際の論理設計，物理設計を行います．

● 部品の決定

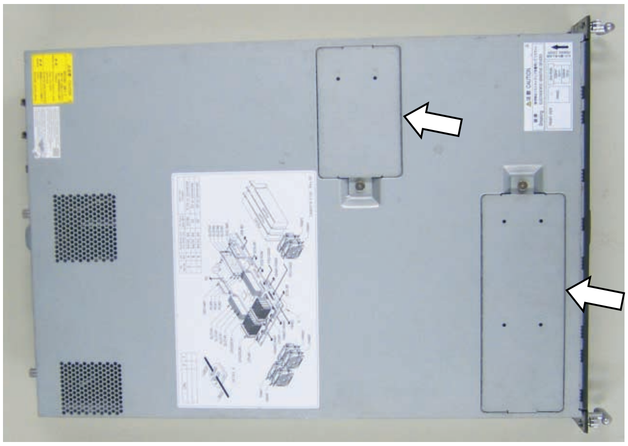
ボード設計者には，システム・ボードの大きさや層数，主要部品（CPU，メモリ，システムLSI，内部/外部インターフェース，電源）の種類と数，だいたいの搭載位置の情報が渡されます．ボード設計者は，必要となる付帯回路や使用する電源の種類，消費電力，信号の使用条件，目標コスト，信頼度などの情報から使用部品を決定します．

● 配置・配線戦略

実設計の前に，以下を考慮した配置・配線戦略を検討します．

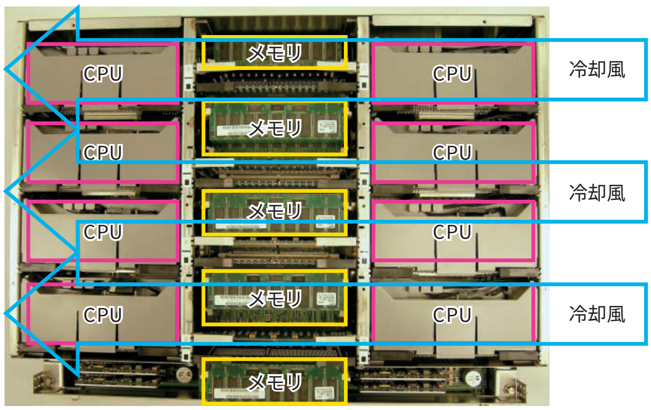
1）冷却構造の考慮

サーバのシステム・ボード上には，CPUをはじめとした



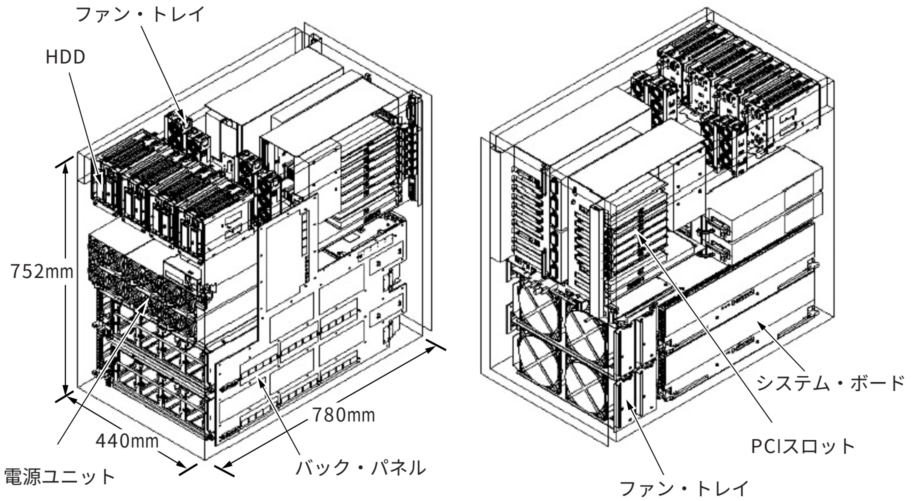
写真A-4　小型装置のファン交換口

装置上面にファン交換用のカバーを付けており，サーバをラック内で引き出して，ファンを交換できる．



写真A-5　中規模サーバの冷却

外部のファンから供給される冷却風を全体に効率良く通すように部品の配置を考える．外から来る風だけでたくさんの部品を冷却する必要があるため，均等な部品配置で冷却風のかたよりを防ぐ．



図A-1
中規模サーバの構造

システム・ボードの外に冗長構成で複数のファンを設置している．

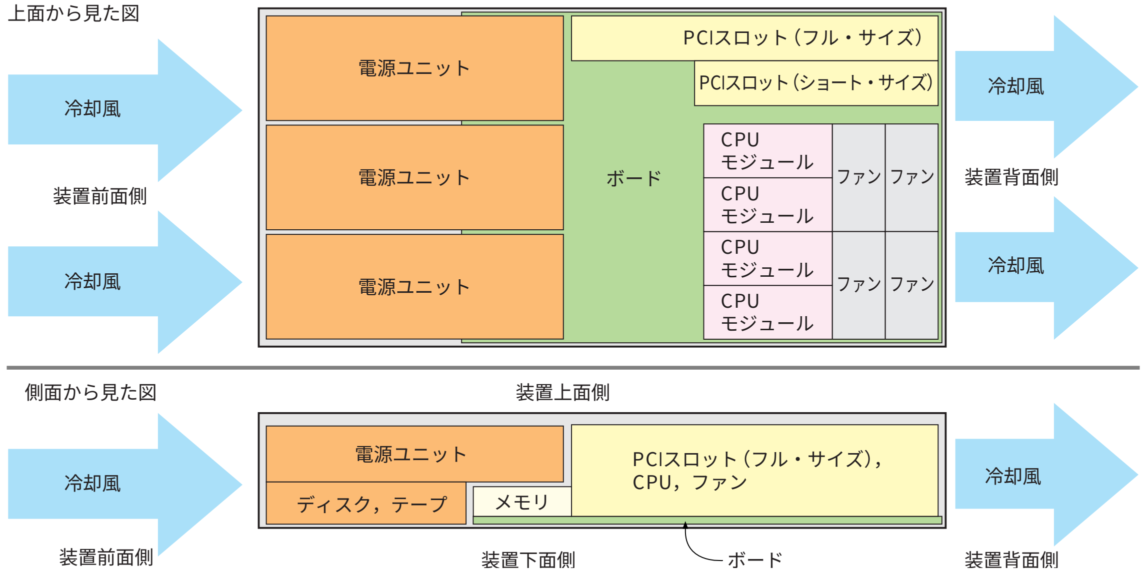


図2　主要部品配置と冷却

サーバのシステム・ボードの設計では，回路の動作のみならず冷却に対する検討がたいせつ．発熱量の多いASICやCPUなどは，製品検討段階でだいたいの部品配置なども考慮する．

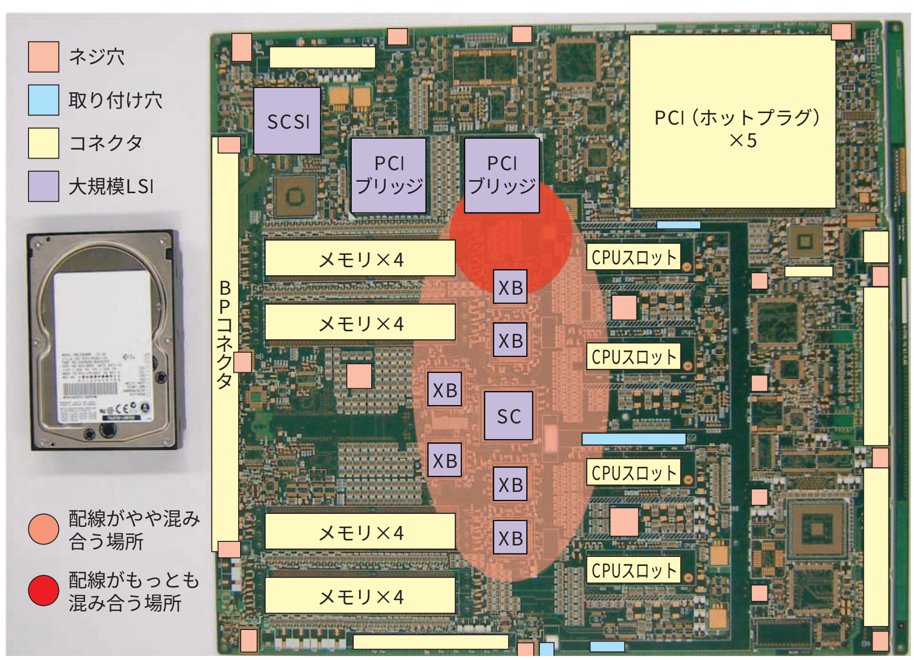


図3
配線が混み合うポイント

CPU，クロスバ・スイッチ，メモリを結ぶ配線と，クロスバ・スイッチと2個のPCIブリッジを結ぶ配線がボード上でクロスするため，配線が何重にも重なる．

高発熱部品がたくさんあります．そこで，システム構造設計時には，筐体に搭載した状態でシステム・ボード上の高発熱部品を十分冷却できるように考慮されています．しかし，システム構造を検討する際に考慮していなかった電子部品や構造部品などが追加されることもあります．すべての部品を配置した後で，冷却構造に問題が発生していないかどうかを再確認します．

2）配線の考慮

各部品間を接続する信号は，その種類によって配線条件が決められています．高速な信号と非同期の信号はとくに配線条件が厳しく，条件を満足する配線領域を確保する必要があります（**図3**）．システムLSIとCPU/メモリの間のバスは代表的な高速信号であり，タイミングを合わせるためにボード上で等長配線を行います（**写真2**）．最近ではPCI

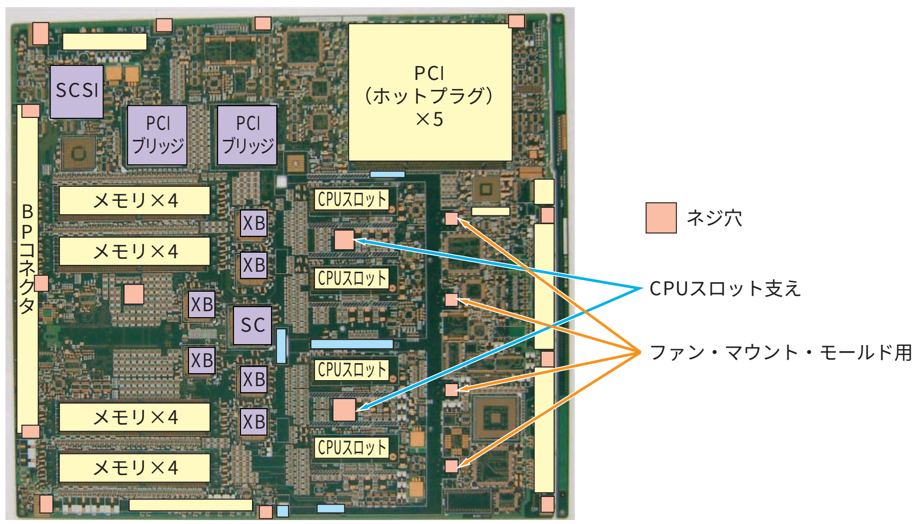
column 2　ボードのネジ穴位置

本文で示したボード(**写真1**)には，さまざまな大きさの穴が配置されています．不規則に配置されているように見えますが，さまざまな条件により最適化された配置となっています．

例えばCPUスロットの場合，CPUを挿入する際のボードにかかる力を考慮する必要があります．挿入時の力によってボードがゆがむと，ボード表面にはんだ付けされている部品がはがれてしまう可能性があります．これを防ぐため，ゆがみ防止の構造部品が必要となります．

ボード上の穴については，構造部品の取り付け位置が応力解析により最適化されています(**図B-1**)．

CPUのとなりには，冷却用のファンを搭載するためのモールド(プラスチックの枠)を置く必要があります．モールドの固定位置も，冷却ファンの効果が最大になるように冷却シミュレーションによって決定されています．



図B-1
ネジ穴の配置
ネジ穴の位置が不規則に配置されていることには理由がある．例えばCPUスロット部は，CPUを挿入するために上から強く押されたときにボードがゆがまないように，ネジを配置している．

ExpressやSAS(Serial Attached SCSI)といったより高速な信号をボード上で扱う必要が出てきており，設計条件はさらに厳しくなっています．

3) 電源の考慮

複数の電圧を使用している部品が混在する場合は，必要な電圧を生成する電源と，電圧を供給する経路の組み合わせを最適化して，部品配置を行います．LSI製造技術の微細化が進むにつれて使用電圧が低くなり，ノイズに弱くなる傾向があるため，注意が必要です．

4) 実装構造の考慮

ボード搭載部品との干渉，および配線性を考慮して，冷却やボードのひずみ防止のための構造部品と筐体への取り付け穴を配置します(上掲のコラム「ボードのネジ穴位置」を参照)．実際のボードを見ると，これらの部品の配置関係がわかります(**図4**)．

5) 製造の考慮

工場で製品を製造する際の作りやすさも考慮する必要があります．部品の基準ピンの向きをそろえたり，製造ライ

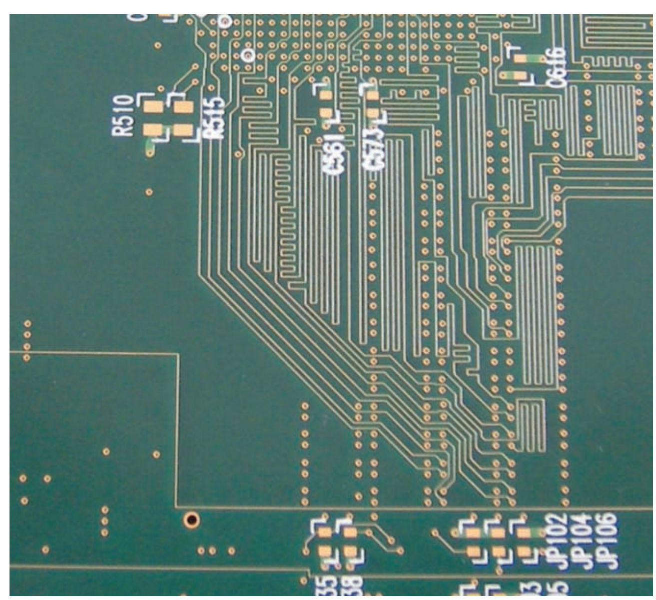


写真2　等長配線
データ・バスの配線は高いクロック周波数で動作するので，ボード上の配線長を均一にして信号線のタイミングを合わせる．

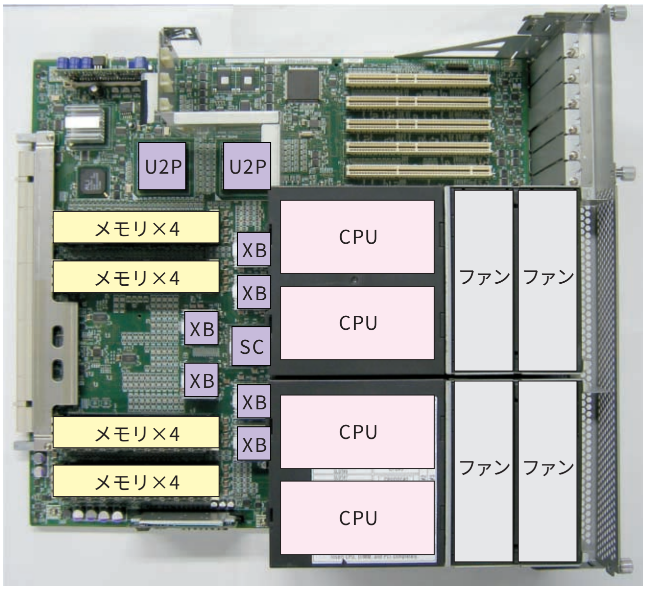


図4　実際のボード上の部品配置

システム・コントローラとクロスバ・スイッチを中心に配置し，CPU，メモリ，PCIブリッジがそれらを取り囲んでいる．

ンを流れる際のボードの向き，および製造後の検査を考慮して配置します．

6）保守の考慮

システムのアップグレードや万一の故障の際に，筐体からボードを取り外す必要があります．顧客先における取り外し作業についても考慮する必要があります．

● 論理・物理設計

配置・配線戦略を検証した後，CADシステムを使用して実際の回路論理の入力，配置設計，配線設計を行います．

近年はCADシステムが進歩しており，配線ルールを定義しておけば短時間で配線可能なものも現れています．CADシステムは，大工さんの道具にたとえれば金槌や鉋，鋸に相当します．つまり，ボード設計者はCADシステムの操作に習熟する必要があります．

● シミュレーション

ボード設計におけるシミュレーションには，論理シミュレーションと物理シミュレーションがあります．

論理シミュレーションは，LSIの設計データとボードの配線データをつなぎ合わせ，複数のLSIをボードに接続した状態で設計したとおりに動くかどうかを確認します．つまり，設計したLSIどうしが，ボードを間に置いてどのようにふるまうを検証するものです．これは，おもに信号線の意味づけの解釈のまちがいを検出したり，ほかの回路とのタイミングを確認するという意味があります．

物理シミュレーションでは，物理配線データと部品の回路モデルを用いて，ボード上の信号伝送波形を模擬し，信号伝送の余裕（タイミング・マージン）や電源・信号ノイズの影響の有無を確認します．配線戦略において検討した高速信号や非同期信号は重点的にシミュレーションを行い，問題がある場合には配線を修正します．

3　ボード設計者に要求されること

会社に入ってボード設計を担当するようになったときには，すでに基礎的な教育をある程度受けていると思いますが，最初はどうしても簡単に設計できません．もちろんCADの操作などは研修の成果が役に立ちますが，ボード設計者としてCADの操作以外にも習得・理解しなければならないことがあります．

● 設計ルールをしっかり理解する

会社や部門ごとに設計ルールがかならず決められています．設計ルールは，ボード設計を行ううえでの基本であり，かならず理解しておかなくてはならないものです．設計ルールをしっかり理解せずに設計してしまうと，後の工程になって，設計の根本に影響するような大きな手戻りが生じるかもしれません．

ある製造技術を使用するうえで守らなければならないルールのほか，過去の設計者の失敗や部品評価部門のノウハウ，工場の生産性など，設計ルールにはあらゆるノウハウの結果が盛り込まれています．設計者にとって設計ルールが品質を作るゴールへの道しるべであることを理解してください．そして，少しずつでよいので，設計ルールの背景を理解していってください．

● 周りを理解する

ボードを製品の内側の構成部品と考えてはなりません．例えばボードに付けるコネクタの配置によって，装置に組み込んで出荷した後の使いやすさが変わり，製品の価値を左右する場合があります．例えばコネクタの配置が近すぎると，指が太めの人が使いづらい場合があります．

設計を分担して進める場合は，全体の最適化をつねに意

識して担当箇所の設計に取り組む必要があります．設計者の視野が，担当する部分に限定されていると，自分の担当箇所の最適化のみが目標となってしまい，全体ではバランスの良くないものができてしまうことがあるので注意が必要です．

● **コストを意識して取り組む**

コストにもいろいろあります．とくにボード設計者に意識していただきたいのは，工場における製造方法に依存するコストです．

部品コストや自分の工数はすぐに見えて調整も可能です．しかし，工場における製造コストは直接見えにくいので，配慮を忘れがちです．

設計者が何げなく配置した部品の置きかたが，工場の生産性を大きく低下させ，コストを増大させていることに気がつかない場面があります．ボードが装置に組み込まれるまでの全体の製造フローを見て，どのくらいのコストで作られているのかを考えられる視点が必要です．

● **工程を意識して取り組む**

ボードの設計をいつまでに完了させるかは，製品全体の開発工程の中で決められています．ボード設計者は設計段階を基本検討，論理設計，配置設計，配線設計，シミュレーション，製造データ設計などに詳細化し，各工程に取り組んでいきます．

あたりまえかもしれませんが，設計者は，

- 自分がどの設計段階にいて，どの程度の設計進捗なのか
- 計画した工程より進んでいるのか，遅れているのか
- 設計を進めるうえでどのような課題を抱えているのか

をつねに認識して取り組む必要があります．設計が順調に進んでいるように見えても，課題をそのままにしておくと，設計の最終段階でやり直しになってしまうこともあります．

開発は登山に似ています．山に登る際にはどの山に登るかを検討し，装備などの準備を行います．山に登り始めたら，地図を確かめながら自分がどこに立っているか，ここからどんな場所を通るかを確認しながら登っていきます．体調が悪かったり，荷物が重すぎた場合は，ペースを落とすことや，ほかの人に荷物を持ってもらったりすることを考えます．こうして頂上を目ざします．

4 ボード設計者への期待

ボード設計者はすべてのハードウェア開発部門とかかわりを持ち，製品全体を見ることができる恵まれた立場にあります．製品全体を理解しているのといないのとでは，ボード設計に対する取り組みかたも変わってきます．

新人設計者の場合，最初は与えられた配置・配線作業をこなすので精いっぱいかもしれませんが，製品全体を理解したうえで開発を行える設計者を目ざしてください．

● **グループ内のコミュニケーション**

ほかの設計者と分担してボード設計を行う場合はもちろんのこと，ボード設計を一人で担当する場合でも，開発状況についてつねにグループ内で共通認識を持つことがたいせつです．

グループ内会議では，担当するボードの開発進捗状況と，現在抱えている課題・問題を正確に報告するとともに，疑問に感じたことは積極的に質問してください．ボード設計者としてのスキルアップ時間の短縮につながります．

● **関連部門とのコミュニケーション**

新人設計者のみなさんがすぐに製品全体を理解できるようになれるとは思いません．理解を深めるうえで関連部門の人たちとのコミュニケーションが重要です．

column 3　ボード設計者に必要なアナログ回路知識

筆者はもともと論理回路のボード設計出身ですが，高度なアナログ回路の技術を要求されることが年々増えています．

15年くらい前は，ボード上のクロック周波数は高くても50MHzくらいまででした．その当時のボード設計者は，ボード上の配線長が何cmまでとか，配線を並行で並べてよいのは何cmまでとか，一つの配線に接続してよい素子数は何個くらいまで，といった程度の知識で設計できました．

しかし，現在のコンピュータは，すでにGHzオーダの信号配線が必要な時代です．FM放送が80MHz，テレビ放送が140MHz，携帯電話が800MHzですから，プリント基板の配線に流れる信号の周波数は，すでに「極超短波」と言われる携帯電話の通信周波数帯と同じになっています．

こうなってくると，論理設計の技術だけでは解決できない問題に遭遇する場面が増えてきます．ボードの論理設計にもアナログ回路の知識が必要になっています．

例えば，LSI設計や部品評価を担当している人は，それをどう使ってほしいか，それぞれ考えを持っています．また，部品の配置にあたっては，実装構造，冷却，製造，保守の各担当者に熱，取り付け，製造容易性，使い勝手などを確認してもらうと，自分の思いつかなかった視点で指摘を受けることがあります．

設計上の課題を苦労してボードで対処するよりも，簡単な解決策がほかにあることもあります．例えば，新しいコネクタを使うことで配線の苦労や製造コストを軽減できる場合があります．また，実装構造で課題を解決できたり，そのほかの発想の転換で課題を解決できることもあります．

関連する部門の人たちとのつながりを密にすることで，自分の視野が広がります．

● アンテナはつねに高く

ボード設計の世界は，新しい技術の導入に合わせて，日々進化しています．従来，ボード上の信号伝送はMHzの世界でした．しかし最近は，PCI Expressなどの高速シリアル・インターフェースの登場により，GHzで信号伝送を行う必要が出てきました．筆者らの会社（富士通）では，高速パラレル・インターフェースにおいてもGHz伝送を行える技術を開発しています．

また，環境問題への取り組みとして，鉛を使わないプリント基板製造技術が必要となっており，基板材料の変更が必要な場合もあります．

つねにアンテナを高く張って最新の情報をキャッチし，知識を深めてください．

いのうえ・あいいちろう
まじま・さかえ
富士通（株）

<筆者プロフィール>

井上愛一郎．1983年に富士通入社以来，メインフレームのCPU設計に携わり，分岐予測やハイパーバイザ機能，RAS機能，実アドレス拡張機構など，現在も富士通のCPUに採用される主要な技術を開発してきた．2000年からは，UNIXサーバのCPUの開発にも携わり，メインフレームのCPUをベースにSPARC64 Vを産み出した．現在，SPARC64 Vは国産唯一の量産サーバ用ハイエンドCPUとなっている．2005年8月，「第一回ものづくり日本大賞」の優秀賞を受賞．現在もCPUの開発に携わる．

間嶋栄．1983年に富士通入社以来，メインフレームのCPU設計，システム・ボード設計，システム構造設計を担当．現在は，米国Sun Microsystems社との共同開発プロジェクトである次期UNIXサーバのシステム構造開発を担当．